

Propionsyratillsats vid gastät lagring av spannmål

Propionic acid additive in air-tight storage of grain

Peter Kristoffersson



Propionsyratillsats vid gastät lagring av spannmål

Propionic acid additive in air-tight storage of grain

Peter Kristoffersson

Handledare: Torsten Hörndahl, Universitetsadjunkt, LBT, SLU, Alnarp.

Examinator: Sven Erik Svensson, Universitetsadjunkt, AGR, SLU, Alnarp.

Område LBT

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom teknologi

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästarsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2011

Omslagsbild: Peter Kristoffersson

Serietitel: nr: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: propionsyra, Gastät lagring, Grain Bagger Mainero, slang, korv, inläggning,



Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en två-årig universitetsutbildning vilken omfattar 120 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,7 veckors heltidsstudier (10 hp).

Studien har genomförts på uppdrag av Perstorp AB och Farm Mac AB.

Ett varmt tack riktas till Hugo Hjelm på Perstorp AB och Lars Göransson på Farm Mac AB för hjälpen med allt från idén till studien till att ordna analyser, utrustning m.m. Kaj och Elisabet Österberg för att ni lånade ut husrum och var med och ordnade plats och utrustning till försöket.

Alnarp oktober 2011

Peter Kristoffersson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INLEDNING	5
Bakgrund	5
MÅL	5
SYFTE	5
AVGRÄNSNING	5
LITTERATURSTUDIE	6
HISTORIK	6
SVENSKT PERSPEKTIV	6
LUFTTÄT LAGRING	7
SYRABEHANDLAD SPANNMÅL	7
ARGENTINA OCH GRAIN BAGGER MAINERO	9
PROVTAGNING OCH ANALYS AV pH-VÄRDE	11
MATERIAL OCH METOD	12
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	12
PROVTAGNING OCH ANALYSER	13
ANALYS	14
RESULTAT	15
pH-TEST	15
ANALYSRESULTAT	16
GROBARHETSTEST	18
PRAKTISKA ERFARENHETER	18
DISKUSSION	19
SLUTSATS	20
REFERENSER	21
SKRIFTLIGA	21
BILAGA	22

SAMMANFATTNING

Kostnader för lagring av spannmål till djurfoder är en viktig parameter för lantbrukare som lagrar sin hemmaproducerade foderspannmål. Därför är det viktigt att hitta ett smidigt system med god säkerhet gällande hygienisk kvalitet och lagringsduglighet.

I Sverige har vi ofta förhållande med spannmål som håller vattenhalter över 17% efter skörd, vilket i många fall leder till att spannmålen måste torkas. Torkningen är en dyr men säker metod.

Med hjälp av Grain Bagger Mainero 2230 kan man lägga in spannmål snabbt och effektivt i en syretät slang. Detta system är väl beprövat i Sydamerika, där det i huvudsak läggs in torr spannmål. Men går denna maskin att använda under svenska förhållanden med fuktig spannmål? Kan man istället kombinera syretät lagring med propionsyrabehandling, undviker man kostnader för torkning, men även vissa svagheter som förekommer vid syrafri lagring och syrabehandling då dessa ses som skilda metoder.

Försöket har varit förlagt på Gotland där det lades in 6 olika slangar med varierande propionsyratillsatser från 0-8,5 liter/ton. Slangarna har provtagits tre ggr under perioden juli 2010- april 2011. Spannmålen har analyserats på laboratorium för att få fram syranivåer, jäst, mögel, pH-värde m.m.

Detta försök visar att systemet med Grain Bagger Mainero lämpar sig bra för svenska förhållanden, om man vid inläggning av spannmål med 14-23% vattenhalt tillför propionsyra. Mängden syra som bör tillföras är enligt min mening beroende på hur väl man sköter sitt lager av spannmål. Redan från start gäller det att man anlägger en bra markyta för slangarna, efter inläggning gäller det att skydda slangarna mot skada från allt från lösgående djur till fåglar och gnagare. Uppfylls dessa förutsättningar går det att använda sig av en propionsyrados på minst 2,5 liter propionsyra per ton spannmål vid 16-17% vh, denna dos ger dock inte fullgott skydd mot jäst. Vid vattenhalt upp till 23% verkar det krävas en dos på 5,5 liter/ton spannmål.

SUMMARY

The cost of storing grain is a large part of the cost for animal feed. One solution I's used in South-America is to store the grain in large plastic tubs white the Grain Bagger Mainero. In South-America the weather conditions are very dry at harvest. This leads to dry grain approximately around 14 % moisture content. This system works in South-America but could it be used in Sweden as well, where we have much more instable weather conditions. In Sweden most of the grain is dried after harvest due to high moisture content. This leads to high costs both in drying and machinery. If it would be able to combine the air tight storage system with propionic acid treatment, it should lead to an easier and cheaper system for storage. The study was placed the island of Gotland in Sweden.

The experiment was as follows, the grain was added to six different tubes of varying from 0 to 8.5 litres propionic additive /ton. The tubes have been sampled three times during the period July 2010 - April 2011. Those have been analyzed in the laboratory to get the acid levels, yeast, mold, pH level.

The amount of acid that must be added is not fully settled, but in my opinion depending on how well the tube of grain is managed. From the start before storing of the grain it is essential to construct a good ground area for the tubs. After filling it is important to protect the tubs from damage from everything from free-range animals to birds and rodents. If these conditions are fulfilled it would be possible to store grain with moisture content of 16-17% if 2,5 litres/ton propionic-acid is added, but this would not get a full protection against yeast. With higher moisture content (<23%) 5,5 litres/ton of propionicacid is needed.

INLEDNING

Bakgrund

I Sverige har vi ofta höga vattenhalter vid spannmålskörd, vilket leder till extra kostnader i form av torkning. Traditionellt har propionsyra använts som tillsats vid lagring av spannmål, då i huvudsak vid planlagring samt vissa typer av syrefri lagring. Bakgrunden till detta arbete är att farm Mac AB har börjat sälja Grain Bagger Mainero 2230 på den svenska marknaden. Denna maskin är anpassad för sydamerikanska förhållanden med låga vattenhalter på den spannmål som lagras. Grain Bagger Mainero 2230 benämns i fortsättning som packaren eller maskinen.

Mål

Målet är att hitta en lämplig syramängd för den här typen av inläggningsteknik som ger en säker och god kvalitet på foderspannmålen.

Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka om fuktig spannmål behandlad med propionsyra som läggs in med Grain Bagger Mainero är ett säkert sätt att långtidslagra spannmål.

Avgränsning

I detta arbete tas ingen hänsyn till ekonomiska aspekter utan fokus är enbart på hygienisk kvalitet på spannmålen och lagringsduglighet, vid olika syrainblandningar samt olika metoder att applicera syra. Försöket är utfört med enbart en maskin vid ett inläggningstillfälle.

LITTERATURSTUDIE

Historik

Historiskt har lufttät lagring av spannmål förekommit redan för 9000 år sedan då egyptierna lagrade spannmål i grävda gropar som tätades så pass bra att det räknas som lufttät lagring. Lufttät lagring i gropar och underjordiska hålrum har efter detta förekommit i många kulturer runt om i världen och används fortfarande i dag i t.ex. Etiopien. I modern tid är det först på 1800-talet som man i Frankrike började göra försök med lufttät lagring. Dock ”slog” inte metoden igenom bland bönderna. På 1870-talet användes stora plåtssilos till förvaring av hästfoder i Paris. (Ekström, 1993)

Användningen av lufttät lagring har delats i två spår på grund av geografiska skillnader. I torra områden med tropiskt klimat är spannmålen i huvudsak redan torr vid skörd, men man måste ha ett skydd mot insekter som hämmas eller dör vid syrebrist. I de tempererade klimat zonerna behövs en lagringsteknik som passar för högre vattenhalter i spannmålen. (Ekström, 1993)

Svenskt perspektiv

Sverige har ett tempererat klimat med stor temperaturskillnad mellan vinter och sommar (SMHI, 2009). Detta kan leda till höga vattenhalter vid skörd. Medelvattenhalten för Götalands södra slättbygder var i medeltal under 80-talet 19 %. För Svealands slättbygder var medelvattenhalten under samma tidsperiod 22 % (Jonsson, 1999). Detta ställer höga krav vid lagring av spannmål som skall bevaras under lång tid, uppemot ett år. Det finns många sätt att lagra spannmål. Den vanligaste i Sverige är torkning, syrakonservering och lufttät lagring. Dessa metoder skiljer sig på flera områden vilket visas i tabell 1. (Svensk husdjursskötsel, 1996).

Tabell 1. Kostnadskonsekvenser och möjligheterna att styra mot önskad kvalitet (Svensk husdjursskötsel m.fl, 1996)

Metod	Investe- ring	Drifts- kostnader	Förluster	Hygienisk säkerhet	Styrbarhet
Varmlufts torkning	Hög	Måttlig	Obetydliga	Hög	Hög
Kallluftstorkning	Måttlig	Låg	Stora	Riskabelt	Obetydligt
Syrabehandling	Måttlig	Mycket hög vid hög vattenhalt	Måttliga	Rimlig vid rätt dosering riskabelt vid ojämn dosering	Måttlig
”Gastät” lagring	Måttlig	Mycket låg	Stora	Riskabelt, särskilt sedan uttag påbörjats	Obetydlig

Lufttät lagring

Vid traditionell lufttät lagring förekommer det ett flertal metoder, så som tornsilo av emaljerad stålplåt, eller glasfiber alternativt mjukplastsilo med stativ. (Ekström 1992) Målet med lagringen är att sänka syrehalten runt spannmålen så att skadliga insekter och mögelsvampar inaktiveras eller dör. Syrehalten måste understiga 0,2% för att det ska påverka mögelsvamparna, medan insekterna dör vid en syrehalt under 2,0%. Den största påverkan på syremängden är vattenhalten på spannmålen, desto högre vattenhalt desto fortare omvandlas syret och ersätts delvis av koldioxid. Exempelvis vid en vattenhalt på 24% blir koldioxidhalten ca 90%. Även efter att syret är förbrukat kan mikroorganismer fortsätta producera koldioxid. Dessa mikroorganismer kan leva i nästintill syrefria miljöer och utgörs främst av jästsvampar. Dessa jästsvampar bryter då inte ner kolhydraterna fullständigt utan bildar mjölksyra, etanol eller ättiksyra. (Ekström, 1993)

Syrabehandlad spannmål

Användning av syra som tillsats vid konservering av spannmål utvecklades av BP Chemicals i mitten av 1960-talet. Det var BP Chemicals som upptäckte att propionsyra och myrsyra var lämpliga vid konservering av spannmål. I Sverige började försöken med syra 1969 och 1972 syrades cirka 20 000 ton spannmål med propionsyra och myrsyra. Efter det har användningen ökat. (Ekström, 1973)

I Sverige har vi ofta inte lagringsduglig spannmål direkt efter tröskning om den inte först torkas. Vid inläggning av fuktig spannmål förekommer värmeutveckling på grund av spannmålets andning samt en ökad mikrobiell aktivitet. Detta beror i sin tur på tillgången på syre, vatten och spannmålets temperatur. Syrabehandling av spannmål har effekten att hämma eller avdöda mikroorganismerna samt avdöda groddanlagen i kärnan. På så sätt undgår man värmeutvecklingen utan att åtgärda de tre faktorerna syre, vatten och temperatur, som man måste påverka vid andra typer av lagring. (Ekström, 1973)

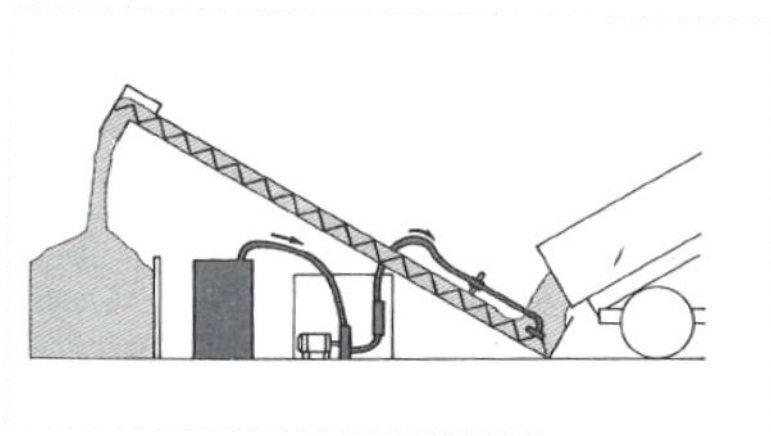
Det är viktigt att syran appliceras jämt och i rätt mängd, då det endast krävs små mängder syra för att nå ett önskat resultat. Det är dock svårt att täcka samtliga kärnor, då ett parti korn på 100 kg har en samlad yta på 220 m². Det är dock inte nödvändigt att täcka hela ytan då syran är flyktig och har en desinfektionseffekt även vid förångning. (Ekström, 1973)

Mängden syra som krävs är beroende på lagringstid och vattenhalt, men man ska även förhålla sig med vissa säkerhetsmarginaler. Det har gjorts flertalet studier på vilken syrados man bör använda vid praktisk användning av traditionell syralagring (se tabell 2). Enligt labbförsök från Storbritannien är det teoretiskt möjligt att nå önskat resultat med 0,3-0,45 viktprocent propionsyra vid en vattenhalt på 20-30 % (Ekström, 1973). Andelen verksam substans i ett syrabehandlat parti är sammankopplat med hur stor pH-sänkning som syran medfört. Detta leder till att syran måste sänka pH-värdet tillräckligt för att syran skall bli verksam mot mögelsvamparna (se figur 2). (Svensk husdjurskötsel, 1997).

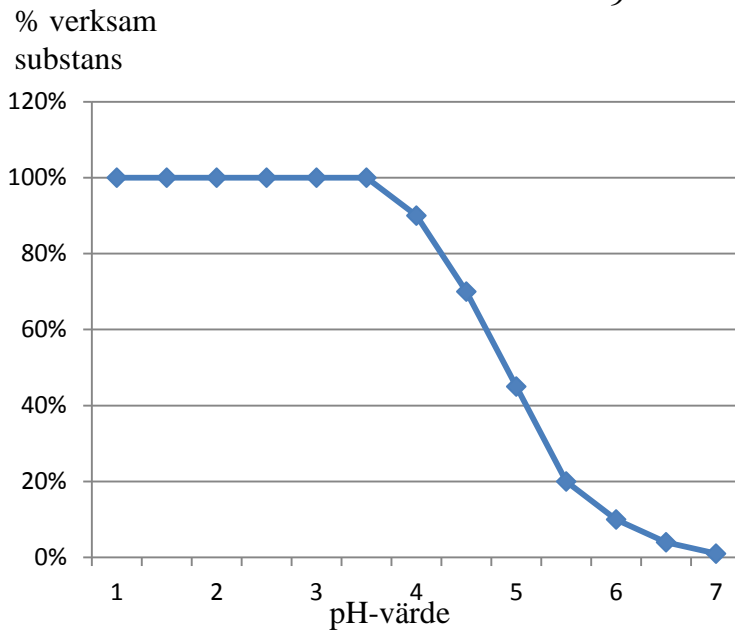
Traditionell syralagring går till på följande sätt: Spannmålen körs till lagringsplatsen och tippas ned i en matningstratt till en skruv där den behandlads med syra, för att sedan blandas ordentligt i skruven som transporterar spannmålen till ett planlager (se figur 1) (Ekström, 1973). Själva skruven som transporterar spannmålen bör minst vara 3 meter lång, räknat från var syran appliceras till skruvens slut för att få en tillräcklig inblandning. Skruvens hastighet bör inte överstiga pumparnas kapacitet då det är svårt att justera inloppet till skruven och därmed styra spannmålsflödet (Svensk husdjursskötsel, 1996).

Tabell 2. Rekommenderade propionsyradoser (liter/ton) i praktiken från olika försök i Europa från 1970. *= medeltal på en procent högre och en procent lägre vattenhalt än angivet i diagrammet. (ref. av Ekström 1973)

Spannmålen Vattenhalt %	Storbritannien l/ton	Sverige 12 mån (höst- höst) l/ton	Västtyskland 12 mån l/ton	Sverige 6-8 mån (höst- vår) l/ton	Västtyskland 6 mån l/ton
15	0,50	0,60	-	0,50	-
20	0,75	0,80*	0,60	0,65*	0,50
25	1,00	1,00	0,90	0,80	0,75
30	1,25	1,25*	1,30	1,00*	1,10
35	1,50	1,5	1,65	1,20	1,40
40	1,75	1,75*	2,05	1,40*	1,75
45	-	-	2,45	1,60	2,10



Figur 1. Appliceringsutrustning för syra med konventionel skruv (Ekström, 1973).



Figur 2. Förhållandet pH-värde kontra verksam substans av propionsyra. (Svensk husdjursskötsel, 1997).

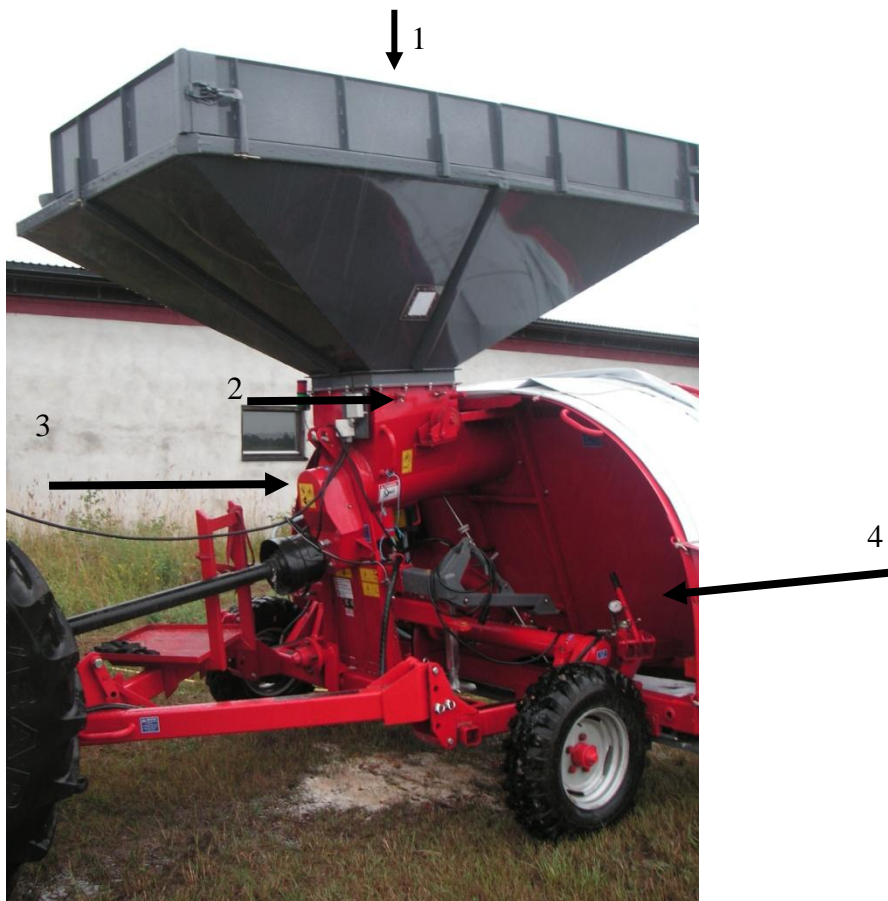
Argentina och Grain Bagger Mainero

Bönderna i Argentina har haft problem med att ordna lagringsmöjligheter för spannmål. Skördeåret 2001-2002 skördades 48 miljoner ton vete, majs och sojabönor. Medan den totala lagringskapaciteten var 43 miljoner ton. Av dessa var endast 13 miljoner ton förlagda som "hemmalager" hos lantbrukarna. Detta ledde till att en stor del av spannmålen fick levereras direkt från fält till de större spannmålshandlarna och därefter direkt till hamnarna för vidare leverans. Under den intensiva skördeperioden nyttjades både transporter, terminaler och hamnar till 100 %, vilket skapade höga omkostnader för lantbrukarna. Dessutom avlöser skördeperioderna varandra med start i januari då vetet skördas, mars/april då majs, sojabönor och solrosor skördas. (Rodriguez, 2004)

För att sprida på leveranstiden började lantbrukarna efterfråga bättre system för lagring. De traditionella system var dyra för de flesta argentinska bönderna som inte hade råd med dem. Under dessa omständigheter började fler och fler lantbrukare använda en metod som tidigare var etablerad för blötare spannmål. Denna metod bestod av att packa spannmålen i luft- och vattentäta säckar i fält. Då lyckades lantbrukarna med små ekonomiska insatser att förlänga leveransperioden, vilket bidrog till bättre priser på spannmålen och lägre transport- och hanteringskostnader. Dessutom underlättades möjligheten att gå med i certifieringsprogram då spårbarheten underlättas vid direktlagring. Eftersom man kan lagra spannmålen direkt bredvid fälten och det medför inga kostnader att skilja partierna åt. Systemet blev så populärt att det från år 2001 lagrades 2 miljoner ton till 11,8 miljoner ton år 2003. (Rodriguez, 2004)

Grain Bagger Mainero 2230 är en maskin som klarar av att lägga in alla vanliga typer av spannmål, även med höga vattenhalter. Rekommenderade maximala vattenhalter beror på lagringstid. Lägst risk för lagringsproblem är under 14% vid långtidslagring. Slangarna är 2,74 meter i diameter och kan läggas i längder upp till 75 meter beroende på vilken plast man använder. Inläggningen går till på följande vis: Man ställer in

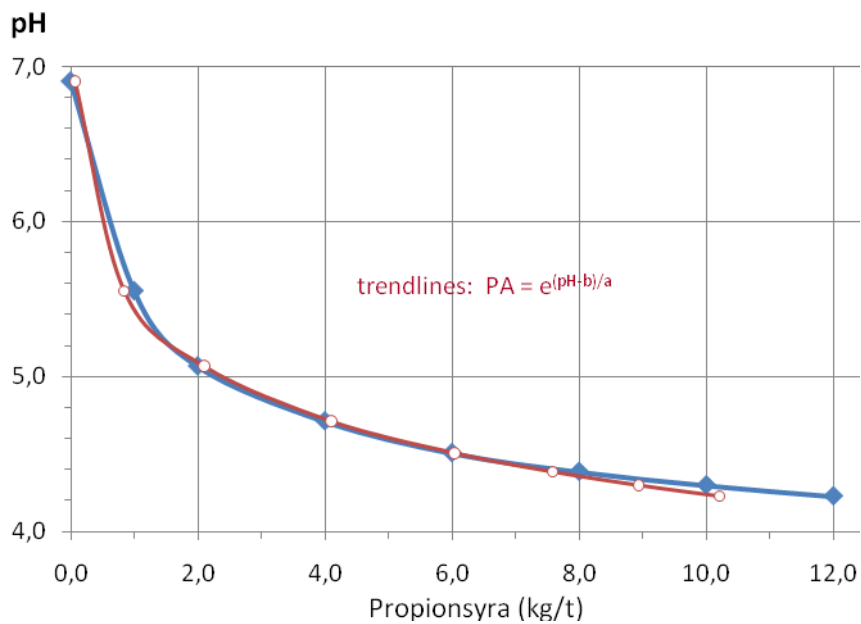
skivbromsen på maskinen för få rätt fyllnad av slangen. (Mainero, odaterat) Traktorn som driver maskinen står obromsad i friläge och driver krafttaget. Det räcker med 45 hästkrafters effekt på traktorn, motorn skall gå på lågt varv. Trots detta kan maskinen lägga in upp mot 4 ton i minuten. Hela ekipaget flyttar sig framåt med hjälp av trycket från spannmålen som packas i slangen. Spannmålen packas med en 1 m lång skruv. Själva slangen består av en trelagers UV skyddad film som är svart på insidan och vit på utsidan. Den vita utsidan är behandlad mot nedbrytning till följd av solljus. Dock bör man inte utsätta slangen för solljus eller andra yttre slitage i mer än två år. En viktig parameter för att lyckas med inläggningen är val av plats för slangarna. Några enkla regler att gå efter är att marken är slät och fri från vassa objekt som stubb och stenar. Platsen skall ligga högt så det inte samlas vatten runt slangarna. Det är positivt om där är ett lätt nedförslut i körriktningen så maskinen inte behöver jobba för hårt för att drivas framåt. Dessutom är det bra att ha slutet av slangen i nedförslut då slutet på slangen är det känsligaste stället för vatteninträngning. Ett permanent stängsel runt slangarna är bra så att djur inte kommer åt att skada slangarna. (Marcos, odaterat).



Figur 3. Grain Bagger Mainero 2230, 1: Fyllnadstratt 2: Hål för syraapliceringsrör 3: skruv för inmatning till slangen 4: justeringspump för skivbromsarna

Provtagning och analys av pH-värde

I anslutning till försöket i detta arbete gjordes en laboratoriumstudie med 16 olika prov uppdelat på 8 olika propionsyradoser. Dessa gjordes för att få fram ett samband mellan propionsyrados och pH-värde. Med detta som mall skulle det teoretiskt vara möjligt att uppskatta propionsyratillsatsen med ett pH-prov på spannmålen. Som man ser i figur 4 är där ett tydligt samband mellan pH-värdet på den behandlade spannmålen och den tillsatta propionsyradosen. (Pauly, 2010)



Figur 4. Samband mellan propionsyrados och pH-värde enligt labbrapport (Pauly, 2010)

MATERIAL OCH METOD

Själva försöket var förlagt till Gotland. Slangarna lades på en harvad åker med sandjord. Slangarnas placering och var proven togs framgår ur figur 5 och 6. Spannmålen till försöket kom från SLU:s försöksgård i Hallfreda. Spannmålen transporterades till lagringsplatsen med lastbil och släp.

Försöksuppläggning

Försöket startade 22/07-2010 med testkörning av maskinen då inläggningskapacitet mättes för att få fram antal ton spannmål i minuten, samt kalibrering av pumparna för syraapplicering. Vid kalibreringen användes vatten för att få fram flödet av syra. Därefter flyttades maskinen till lagringsplatsen. Inför varje slang togs ett vattenhaltsprov av spannmålen från lasset. Varje slang representerar ett lass från antingen släpen eller lastbilen. Vi började inläggningen med slang 1 (obehandlad spannmål) där enbart fyllnadstiden mättes. Vid avslutet av slangens drogs plasten ut en bit för att spikas ihop mellan två plankor. Efter det rullades plasten ihop tills den nådde spannmålen. Därefter fortsatte fyllnaden av nästa slang. Detta upprepades efter varje slang. (Se figur 6)

Slang 2 behandlades med 5,5 liter syra/ton. Slang 3 behandlades med 4,5 liter/ton. Slang 4 behandlades med 2 liter/ton och slang 5 behandlades med 8,5 liter/ton. Sedan flyttade vi oss till ett planlager där vi behandlade spannmålen till slang 6 med 5,7 liter/ton med konventionell metod, vilket betyder att vi applicerade syran medan spannmålen gick genom en konventionell skruv som blandar spannmålen och syran under en mycket längre tid än packaren (se figur 1). Spannmålen fick sedan ligga på betonggolv till nästa dag. Då flyttade vi spannmålen till försöksplatsen och körde den genom packaren så att denna hamnade direkt efter de förra slangarna. Denna kallas slang 6.

6:2	slang 6	6:1	5,7l/ton konventionell t syrad
5:2	slang 5	5:1	8,5l/ton
4:2	slang 4	4:1	2l/ton
3:2	slang 3	3:1	4,5l/ton
2:2	slang 2	2:1	5,5l/ton
1:2	slang 1	1:1	Ingen syra

Figur 5. Försöksuppläggning, exempel: 6:2 slang 6 prov 2



Figur 6. Åtslutning av slang samt inläggning av slangar.

Provtagning och analyser

Den 24/7-2010 tog vi de första proverna på slangarna med början på den högra sidan om man stod med slang 1 närmast sig. Provtagningen gick tillväga på följande sätt. Vi skar ett litet kryss i slangens där vi förde in provborren ca en meter. Sedan drogs den ut för att få ut provet. Detta fick upprepas tre gånger för att få ut ett prov på 400 g (se figur 7). Efter det förde vi in ett temperaturspjut i slangens. Provbörren rengjordes med rödsprit och gasolbrännare efter varje prov. Samma sak upprepades på nästa slang alltså slang 2 på den högra sidan. När vi kommit till momentet med temperaturspjutet drog vi ut det ur slang 1 och avläste temperaturen för att sedan flytta det till nästa slang. Detta repeterades på samtliga sex slangar på högersidan. Därefter tejpades hålen igen (prov 1:1-6:1). Sedan upprepades samma moment på vänster sida med start på slang 1 (Prov 1:2-6:2).

Den 15/11 upprepades provtagningen på samma vis som den 24/7. Dock mättes temperaturen ej då temperaturspjutet var ur funktion. Den 17/2 2011 upprepades provtagningen för tredje gången på samma vis som den 15/11. Den 26/4-2011 tömdes slangarna på dess innehåll, samtliga slangar utom slang 1 användes sedan som foder till grisar.



Figur 7. Provtagning i spannmålsslangarna.

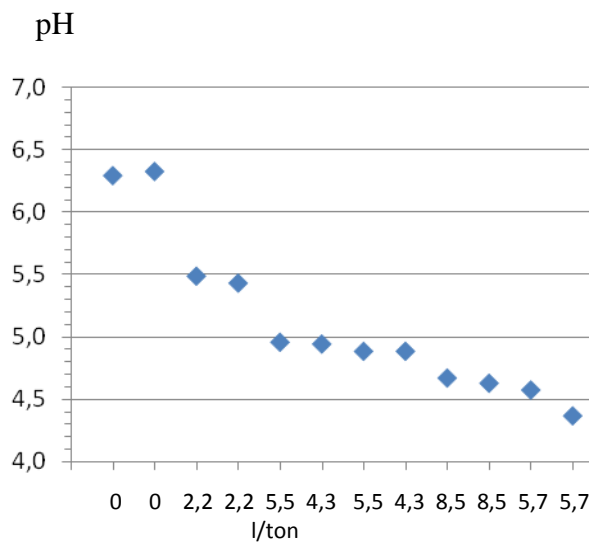
Analys

Proverna från 24/7 analyserades på mögel, jäst, pH-värde och grobarhetstest. Vid analysen av provet från 15/11 togs det prov på jäst och mögel. Det fastställdes även vilka de dominerande mögelarterna var. Vid tredje analysen på proven från 17/2 togs det prov på jäst, mögel samt vatten- och propionsyrahalt. Se bilaga.

RESULTAT

pH-test

Vid den första analysen från 27/7 togs det pH-mätningar på de 12 proven på slangarna, för att jämföra om det finns ett samband mellan pH-värdet kontra labbförsöket som omnämns i litteraturstudien. Se bilaga.



Figur 8. pH-värde på proven från slangarna angivna enligt syrados.

Analysresultat

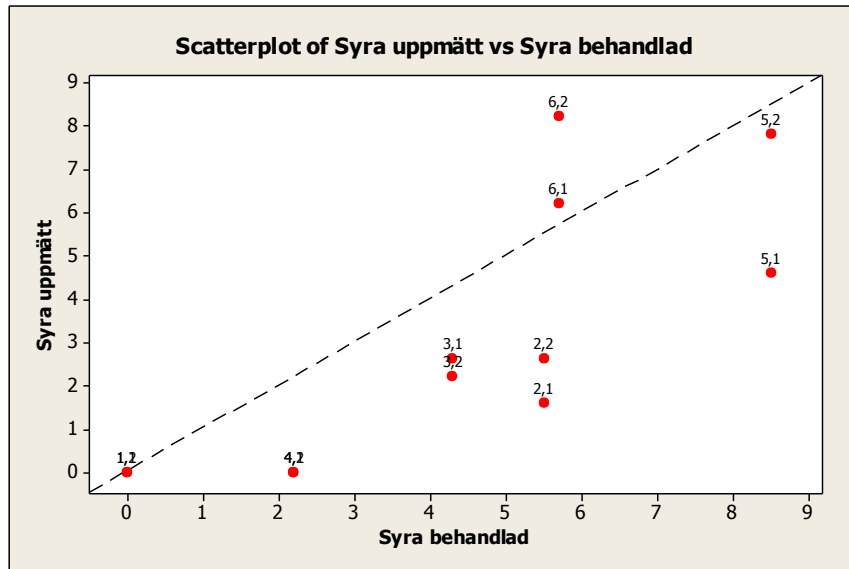
Vattenhalternas skillnader mellan fälttest och labbtest gick från -1,1 % till +2 %, medelavvikelsen för samtliga prov var 0,99 % . Det går inte att se ett givet förhållande mellan uppmätt syrados vid inläggning och analyserad syrados se tabell 3 och figur 9. Mögel- och jästförekomsten var tydlig i det obehandlade partiet. Det fanns även viss förekomst i slang 4, se tabell 4. I tabell 10 ser man skillnaden mellan uppmätt syra i fält, syra funnen i laboratorium och syra enligt pH-kurvan i figur 4 som nämns i litteraturstudien.

Tabell 3. Sammanställning av resultatet från analys av pH-värde, mängd syra samt vattenhalt från försöket. Se bilaga.

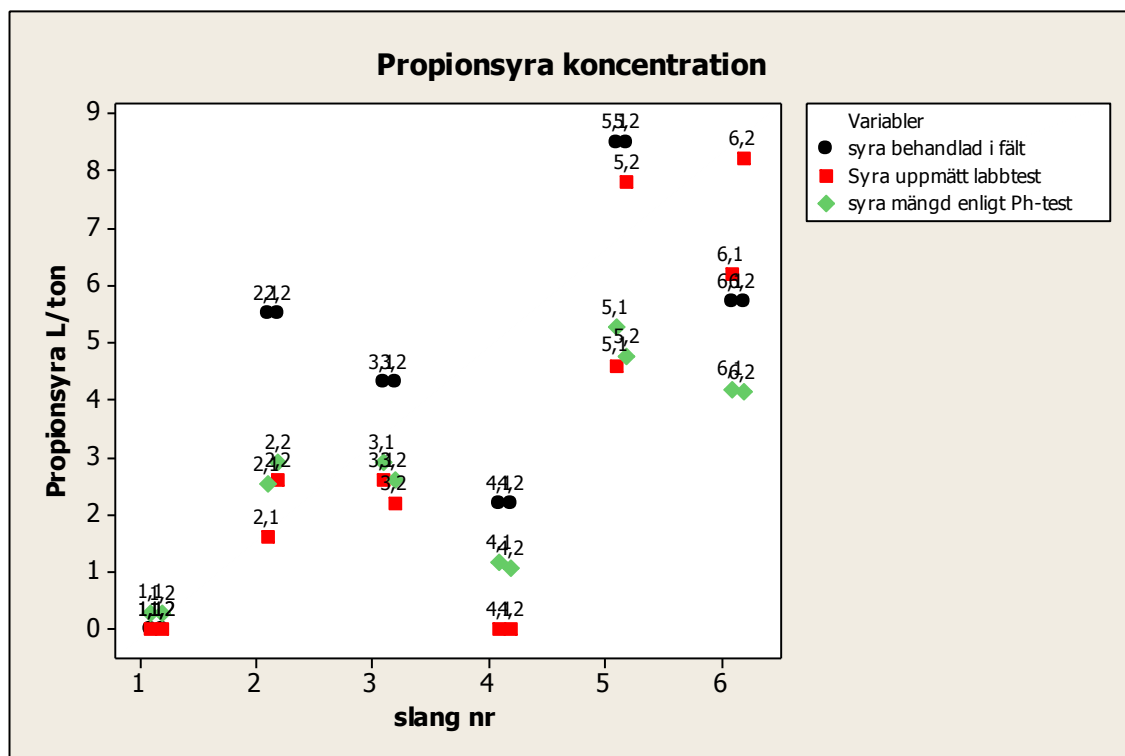
Prov nr:	pH-värde Labbtest	Syra Uppmätt i fält L/ton	Syra Labbtest L/ton	Vattenhalt Fälttest	Vattenhalt Labbtest
1,1	6,29	0,0	<0,2	16%	18,0%
1,2	6,33	0,0	<0,2	16%	17,1%
4,1	5,43	2,2	<0,2	16%	15,2%
4,2	5,49	2,2	<0,2	16%	16,4%
3,1	4,89	4,3	2,6	15%	16,1%
3,2	4,94	4,3	2,2	15%	16,4%
2,1	4,96	5,5	1,6	23%	21,9%
2,2	4,89	5,5	2,6	23%	24,8%
6,1	4,70	5,7	6,2	14%	13,5%
6,2	4,70	5,7	8,2	14%	13,9%
5,1	4,58	8,5	4,6	15%	15,4%
5,2	4,70	8,5	7,8	15%	14,3%

Tabell 4. Sammanställning av analysresultat från försöket. Mängd jäst och mögel är angivna i log cfu/g. Se bilaga.

Prov nr:	Jäst 25/7	Mögel 25/7	Jäst 15/11	Mögel 15/11	Jäst 17/2	Mögel 17/2
1,1	5,2	3,8	4,0	5,4	3,8	5,0
1,2	5,3	4,0	5,0	6,2	<2,0	5,8
4,1	3,9	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
4,2	3,0	<2,0	2,0	<2,0	4,0	3,3
3,1	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
3,2	<2,0	<2,0	2,0	<2,0	<2,0	<2,0
2,1	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
2,2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
6,1	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
6,2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
5,1	<2,0	<2,0	3,1	<2,0	<2,0	<2,0
5,2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0



Figur 9. Uppmätt syramängd i förhållande till uppmätt vid inläggning.
Se bilaga.



Figur 10. Propionsyrakoncentration jämfört med hur mycket syra som applicerades i fält, syra funnen vid laborietest samt syra enligt pH-testet. Se bilaga.

Grobarhetstest

Grobarhetstesten visade att propionsyran hämmar grobarheten avsevärt över 4 liter propionsyra per ton spannmål. Prov 6:1 och 6:2 togs om då dessa skiljde sig avsevärt från förväntat. Resultatet från detta prov visade en ännu högre grobarhet än väntat.

Tabell 5. Antalet grodda kärnor i %

Märkning	syrados(l/t)	% grodda k.	Omtagna prov
1:1	0,0	100%	-
1:2	0,0	98%	-
2:1	5,5	0%	-
2:2	5,5	0%	-
3:1	4,3	1%	-
3:2	4,3	0%	-
4:1	2,2	95%	-
4:2	2,2	90%	-
5:1	8,5	0%	-
5:2	8,5	0%	-
6:1	5,7	10%*	21%**
6:2	5,7	4%*	15%**

* då dessa skiljde sig avsevärt från varandra togs proven om vilket resulterade i **.

Praktiska erfarenheter

Vid inläggningen upptäcktes det att marken där slangarna skulle placeras var för porös för att maskinen skulle ta sig fram i rätt hastighet då maskinen själv ska drivas framåt av trycket från spannmålen. Detta ledde till att bromsarna på maskinen fick släppas helt och man fick ”hjälpa” ekipaget framåt med hjullastaren som vi lastade i spannmålen med. Under lagringstiden var det svårt att hålla borta fåglar och andra skadegörare. Då skyddsnätet var komplicerat att få på plats över slangarna, vilket berodde på att slangarna var väldigt korta, vilket bildade gropar mellan varje slangände. (Österberg, 2011)

När slangarna öppnades så visade det sig att samtliga slangar hade fuktskador vid spikhålen i förslutningen av varje slang (se figur 6). På grund av den porösa jorden hade denna fukt gått ner i botten av slangen och lagt sig i hjulspåren som bildats efter traktorn vid inläggningen. Detta ledde till att en del spannmål fick kasseras. Detta går att förebygga genom att lägga slangarna på mer fast jord. Problemet med spikhålen blir inte lika betydelsefulla vid storskalig inläggning då det bara finns en igenspikad ände oavsett slangens längd på ett stort parti. (Österberg 2011)

DISKUSSION

Möjligheten med slangläggning av spannmål kombinerad med propionsyratillsats är att man kombinerar två metoder av inläggning, både syretät lagring och syrabehandlad spannmål. Detta leder till att man minimerar två svagheter hos vardera system. Syretät lagring är riskabelt vid uttag och syrabehandlingen blir dyrare vid högre vattenhalter då det går åt mer syra (se tabell 2). Genom att kombinera dessa två, kan man sänka mängden syra som behövs och samtidigt få en större säkerhet vid uttag eller oplanerad syretillförsel. Om målet uppnås bör de röda markeringarna i Tabell 1 ändras till måttliga/låga. Den gula markeringen kvarstår till viss del då risken finns för ojämn dosering.

Då maskinen är anpassad för sydamerikanska förhållanden med en kort skruv på ca 1 meter borde detta påverka syrainblandningen. Särskilt när man jämför med traditionell svensk användning för planlager, där rekommenderad längd för skruven är 3 meter för att uppnå en önskad inblandning av syra i spannmålen. Trots detta tyder inte försöket på att effekten blir bättre av att skruven är längre. Det är svårt att fastställa orsaken, då försöket inte har några upprepningar. Några punkter som är värt att belysa är att: grobarheten var högre i den spannmålen som var syrabehandlad på konventionellt vis i jämförelse med det partiet som hade en likande syrados. Detta kan dock bero på flytten av spannmålen som blev behandlad på konventionellt vis. Detta kan ha betydelse för propionsyrans gasverkan. En annan orsak kan vara att grobarhetsproven togs om, vilket gör att dessa inte låg under samma tidsram som de andra grobarhetstesten. (se tabell 5).

Vattenhaltens betydelse för resultatet är svår att fastställa då det var olika vattenhalter i alla slangarna. Dock låg vattenhalten i flertalet av slangarna mellan 14-16%. Man kan se att slang 1 antagligen hade för hög vattenhalt för att det ska gå att lagra utan syra. Spannmålen i de resterande slangarna hade ett fullgott skydd mot mögel och jäst, för att vara brukbara som djurfoder.

Figur 8 visar att syramängden som uppmättes inte motsvarar den syramängd som funnits vid analys. Detta kan bero på att syran inte blandas homogent i partiet. Om detta är fallet, är där högre halt av syra längre in, högre upp eller längre ner i slang. Det kan även bero på att proven inte var representativa för partiet. Det kan i sin tur bero på att borsten som användes vid provtagningen inte hade en stängningsbar öppning (se figur 9). Fast man förde in borsten en meter in i slang så finns möjligheten att man bara fick ett prov från kanten. I figur 8 ser man att slang 5, 6 och 2 har högre mätbar syramängd i proverna tagna till vänster om inläggningsriktningen. Detta kan vara ett tecken på att maskinen lägger spannmålen ojämnt.

Då det inte påvisats någon mögelförekomst eller nämnvärd jästförekomst vid doser på 2-4 liter propionsyra per ton spannmål, kan man anta att labbförsöken från Storbritannien som omnämns i litteraturstudien stämmer bra överens vid inläggning i slang då förhållandena i slang är så gynnsamma. Då labbresultaten var en teoretisk gräns vid gynnsamma lagringsförhållanden med viss tillgång till syre.

pH-värdestesten som nämns i litteraturstudien visade sig ge en god fingervisning om var syrakoncentrationen ligger om man jämför med de andra resultaten. I figur 10 ser man att syramängden enligt pH-testet ligger lite högre än vad laboratoriumtestet anger (med undantag för slang 6) och långt under behandlad i fält. Detta gör pH-testet möjligt att rätta sig efter, då man inte är ute efter ett exakt svar. Fast laboratoriumtesterna visar en viss spridning på syran mellan höger och vänster sida på slangerna, så pekar pH-testet på att syran sänkt pH-värdet jämnare över hela säcken. Det blir dock omöjligt att dra den slutsatsen då det endast är slang 5 och 6 som har en större avvikelse.

Detta försök öppnar för nya frågeställningar. Vid vilken propionsyrados kan man garantera ett gott resultat? Detta skulle man kunna undersöka med ett nytt fältförsök med ett smalare intervall mellan propionsyratillsatserna. T.ex. ett upplägg med, minst 3 upprepningar av varje dos med minst 10 ton per prov förslagsvis: 3 stycken obehandlade, 3 stycken med 2 liter propionsyratillsats, 3 stycken med 3 liter propionsyratillsats och 3 stycken med 4 liter propionsyratillsats. Med detta upplägg skulle man kunna få fram ett mer statistiskt säkerhetsställt svar på den ”rätta” dosen propionsyra. Kan man fastställa om syran blir jämt fördelad över spannmålspartiet? spelar det mindre roll om syran är ojämnt applicerad när spannmålen blir lagrad syrefritt direkt efter syrabehandling? Fler pH-tester bör utföras för att få ett större underlag angående förhållandet pH-värde kontra syrakoncentration.

Slutsats

Detta arbete har gett mig en insikt i hur propionsyra och syrefri konservering, kan och bör hanteras. Då resultatet inte går att fastställa rent statistiskt så bör det genomföras fler studier. Arbetet har dock hjälpt till att hitta riktlinjer för propionsyratillsatsen till detta inläggningssystem. Man bör använda sig av en propionsyrados på minst 2,5 liter propionsyra per ton spannmål vid 16-17% v.h, detta ger dock inte fullgott skydd mot jäst. Vid vattenhalt upp till 23% verkar det krävas en dos på 5,5 liter/ton spannmål. Dessa riktlinjer grundar jag på tabell 3 och 4, men vid vidare studier tror jag det är möjligt att sänka rekommendationen. Då systemet som sådant är syrefritt så hänger valet av syrados på hur väl man håller slangarna täta och lägger ner tillräckligt med insatser för att minimera fågel- och andra skadegörarens inverkan på slangarna. Det är även viktigt att beakta lagringstiden när man väljer syrados Jag ser denna metod som en snabb och effektiv metod som sparar tid vid skörd, men ger ett visst efterarbete under hela lagringstiden då man bör övervaka slangarna för eventuella skador.

REFERENSER

Skriftliga

Ekström, N Thyselius, L Johansson, S Thomke, S (1973) Syrabehandling av spannmål. Meddelande nr 352. Diss. Uppsala: Jordbrukstekniska institutet

Ekström, N (1992) Lufttät lagring av fuktig foderspannmål. Meddelande 439. Diss Uppsala: Jordbruks Tekniska institutet

Ekström, N Thomsson O (1993) Lufttät lagring av spannmål - En litteraturstudie. JTI-Rapport 151. Diss Uppsala: Jordbrukstekniska institutet

Jonsson, N Pettersson, H (1999) Utvärdering av olika konserveringsmetoder för spannmål. Meddelande nr 263. Diss. Uppsala: Jordbrukstekniska institutet

Mainero (odaterad) Grain Bagger Mainero 2230. Hemsida. [online] Tillgänglig: <http://www.farmmac.se/images/stories/pdf/Folletto2230English0405.pdf> [2011-04-10]

Marcos, D (odaterad) Bagging for on-farm grain storage

Pauli, T (2010) Studie av syratillsats i spannmål. Opublicerat material. Inst.f .HUV, SLU, Uppsala

Rodriguez, J (2004) IP short term storage of argentine cereals in silobags to prevent spoilage ond isect

SMHI (2009) Temperatur. [online](2009-06-23) Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/temperatur-1.3843> [2011-04-10]

Svensk husdjursskötsel, (1996) Spannmål och andra råvaror från den egna gården. I: Kvalitetssäkrad mjölkproduktion kap:8

Svensk husdjursskötsel, (1997)Syrabehandling av spannmål. I: Kvalitetssäkrad mjölkproduktion kap:10

Österberg, Kaj (2011) Lantbrukare, Gotland. Samtal 2011-05-05

BILAGA

Hygienisk status av kornproven tagna vid inläggningen i slang

Analyserna gjordes vid SVA

Prov tagna: 2010-07-30
Prov inlämnade: 2010-08-04
Provsvär: 2010-08-09

Kornets vattenhalt: 13,2%

Prov- märkning	Jäst log cfu/g	Mögel	Jäst cfu/g	Mögel
1:1	5,2	3,8	158 489	6 310
1:2	5,3	4,0	199 526	10 000
2:1	<2	<2	<100	<100
2:2	<2	<2	<100	<100
3:1	<2	<2	<100	<100
3:2	<2	<2	<100	<100
4:1	3,9	<2	7 943	<100
4:2	3,0	<2	1 000	<100
5:1	<2	<2	<100	<100
5:2	<2	<2	<100	<100
6:1	<2	<2	<100	<100
6:2	<2	<2	<100	<100

Jäst: Odling på DG-18 vid 25°C (ackrediterad metod)

Mögel: Odling på DG-18 vid 25°C (ackrediterad metod)

DG-18 = Dichloran Glycerol Agar (= odlingsmedium)

cfu = colony forming units = koloni-bildande enheter

Proven ankom (UPS): 2010-07-30
(proven skickades i kylbox med kylklampar)

Kornkärnor på vattenagar i Petri-skålar.
3 dagar i 10°C, sen 5 dagar i rumstemp.

Start : 2010-08-04
Avläsning : 2010-08-11

1. Skattning av PA-dosering i proven

Antal prov	(slang 1-6?) Märkning	mätt pH	uppskattad PA (vikt-%)	
			1:a	2:a
1	1:1	6,29	0,3	0,1
2	1:2	6,33	0,3	0,1
3	2:1	4,96	2,5	2,5
4	2:2	4,89	2,9	2,9
5	3:1	4,89	2,9	2,9
6	3:2	4,94	2,6	2,5
7	4:1	5,43	1,1	1,2
8	4:2	5,49	1,1	1,1
9	5:1	4,58	5,3	5,2
10	5:2	4,63	4,7	4,7
11	6:1	4,37	8,5	8,4
12	6:2	4,67	4,4	4,3
Min		4,37	0,3	0,1
Max		6,33	8,5	8,4
Mean		5,12	3,0	3,0

2. Grobarhet kornkärnor

antal grodda kärnor		% grodda k.
50	50	100%
48	50	98%
0	0	0%
0	0	0%
1	0	1%
0	0	0%
46	49	95%
44	46	90%
0	0	0%
0	0	0%
4	6	10%
4	0	4%
Kärnor/platta: 50		
2 plattor/prov		
2 prov/slang (?)		
50 kornkärnor = 2,3 g		

körs
om!

Perstorp 2010 - Gotlandskorn

Hygienisk status av kornproven tagna i mitten av nov. 2010

Analyserna gjordes vid SVA och SLU

Prov tagna: 2010-11-15

Prov ankom SLU: 2010-11-19

Prov inlämnade

SLU: 2010-11-22

Prov inlämnade

SVA: 2010-11-22

Provsvår från SVA: 2010-11-29

	Lars G.	Lars G.	Lars G.					
	Prov- märkning	Syrados (l/t)	Vatten- halt (%)	Jäst log cfu/g	Mögel	Dominerande mögelart	Propionsyra (l/t korn)	Härkomst
1	1:1	0	16%	4,0	5,4	<i>Eurotium</i> spp.	-	Lars G.
2	2:1	5,5	23%	<2	<2	inget	-	Lars G.
3	3:1	4,3	15%	<2	<2	inget	-	Lars G.
4	4:1	2,2	16%	<2	<2	inget	-	Lars G.
5	5:1	8,5	15%	3,1	<2	inget	-	Lars G.
6	6:1	5,7	14%	<2	<2	inget	-	Lars G.
7	1:2	0	16%	5,0	6,2	<i>Penicillium</i> spp.	-	Lars G.
8	2:2	5,5	23%	<2	<2	inget	-	Lars G.
9	3:2	4,3	15%	2,0	<2	inget	-	Lars G.
10	4:2	2,2	16%	2,0	<2	inget	-	Lars G.
11	5:2	8,5	15%	<2	<2	inget	-	Lars G.
12	6:2	5,7	14%	<2	<2	inget	-	Lars G.
13	F1	2-4	18%	<2	<2	inget	4,6	Österbergs Lantbruk,
14	F2	2-4	17%	4,0	<2	inget	1,0	Österbergs Lantbruk,
15	F3	4-6	17%	<2	<2	inget	5,4	Österbergs Lantbruk,
16	F4	4-6	17%	<2	3,0	Zygomyceter	7,2	Österbergs Lantbruk,

Jäst: Odling på DG-18 vid 25°C (ackrediterad metod)

Mögel: Odling på DG-18 vid 25°C (ackrediterad metod)

DG-18 = Dichloran Glycerol Agar (= odlingsmedium)

cfu = colony forming units = koloni-bildande enheter

2) Gårdslagrad spannmål i slang (Gotland)

14 prov från Lars Göransson

avskickat: 2011-02-15

ankom: 2011-02-17 i kartong

kylagring: 17-18/2 (2°C)

Önskade

analyser:

Jäst- & mögelsvampar,
kvantitativ

Propionsyrhalt

Lars kommentarer (e-post 15/2):

Jag tog ut extra prov från säck nr.1 som är osyrad och uppvisade mögel förra gången (säcken har varit skadad av lösgående djur kl.9 vid provställe 2:1).

Dessa prov är märkta 1:kl 5 och 1:kl 7 .

Proverna togs ut på gaveln av denna säck. Ordinare prov är tagna kl.3 och kl.9 .

Provvikt: 900-1400 g

Prov ID	Lars märkning	Sädes- art	Vatten- halt %	Propion- syrahalt l/ton säd	Antal per g säd Jäst cfu/g	Mögel cfu/g
13	1:1	korn	18,0%	<0,2	6 310	100 000
14	2:1	korn	21,9%	1,6	<100	<100
15	3:1	korn	16,1%	2,6	<100	<100
16	4:1	korn	15,2%	<0,2	<100	<100
17	5:1	korn	15,4%	4,6	<100	<100
18	6:1	korn	13,5%	6,2	<100	<100
19	1:2	korn	17,1%	<0,2	<100	630 957
20	2:2	korn	24,8%	2,6	<100	<100
21	3:2	korn	16,4%	2,2	<100	<100
22	4:2	korn	16,4%	<0,2	10 000	1 995
23	5:2	korn	14,3%	7,8	<100	<100
24	6:2	korn	13,9%	8,2	<100	<100
25	1 kl.5	korn	17,1%	<0,2	<100	251 189
26	1 kl.7	korn	17,4%	<0,2	<100	630 957
Medelvärde			17,0%	4,5	Antalet svampar räknades om från log-värden till vanliga tal	

Hygieniska gränsvärden för spannmål

Jäst inga gränsvärden*
Mögel ej över 100 000/g prov
Vattenaktivitet under 0,70

* Höga jäststal innebär dock risk för värmebildning + energiförluster

